

## ARVENSES DE CAFETAL: IDENTIFICACION, EVALUACION QUIMICA Y COMPORTAMIENTO ETOLOGICO DE OVINOS EN PASTOREO

### Forbs of coffee plantations: taxonomically identify, chemical evaluation and evaluate the behavior of free range lambs

\*Leonor Sanginés García, Paulina Dávila Solarte, Lourdes Solano, Romo Fernando Pérez-Gil

Depto. de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán, Vasco de Quiroga 15, México 14000, D.F., (55) 54 87 09 00 ext. 2820. FAX: (55) 56 55 10 76.

\*leosangines@hotmail.com

**Artículo recibido:** 2 de mayo de 2013 , **aceptado:** 16 de junio de 2014

**RESUMEN.** El objetivo del presente trabajo, fue identificar taxonómicamente diferentes especies de arvenses presentes en el cultivo del café, analizar su composición química y evaluar el comportamiento etológico de ovinos en pastoreo de arvenses de cafetal comparado con animales en un potrero de gramíneas. La clasificación taxonómica se realizó en la época de lluvias y de secas, para lo cual se recorrió todo el cafetal mientras los animales pastoreaban, de esa manera se registraron todas las especies existentes, además de observar y separar aquellas que eran consumidas y rechazadas por los ovinos, a las que se les denominó arvenses seleccionadas y arvenses rechazadas respectivamente. Se les determinó la composición química, digestibilidad *in vitro* e *in situ*; se realizó la observación de los hábitos en pastoreo. Se encontraron 58 especies diferentes de las familias *Fabaceae*, *Mimosaceae*, *Caesalpinaseae*, *Gramineae* y *Asteraceae*, principalmente. Las arvenses seleccionadas y el pasto presentaron: 14 y 7.8 % se proteína cruda ( $p < 0.05$ ); 45.9 y 47.7 % fibra neutro detergente ( $p < 0.05$ ); 3.2 y 2.3 Mcal energía bruta ( $p < 0.05$ );  $a = 9.3^a$  y  $8.8^a$ ,  $b = 74.3^a$  y  $74.6^a$   $c = 61.1^a$  y  $60.4^b$ , respectivamente. No se presentó daños en las hojas, ramas, tallos ni frutos del cafeto mientras los ovinos pastoreaban. La frecuencia de consumo de alimento en los animales que pastoreaban el cafetal fue mayor comparado con el potrero. Se concluye que existe mayor diversidad de forraje en el cafetal que en el potrero y que los animales son capaces de seleccionar aquellas especies de mejor calidad nutricional sin provocar daños en los cafetos.

**Palabras clave:** Comportamiento etológico, arvenses, cafetal, composición química, digestibilidad.

**ABSTRACT.** The goal of this work was to taxonomically identify different species of forbs that grow in coffee plantations, analyze their chemical composition and evaluate the behavior of free range lambs compared to animals grazing in pasture. The taxonomic classification was done in both the rain and dry season. The whole plantation was studied while the animals grazed. All the existing plant species were registered, observed and separated between those ones eaten by the animals, which were called selected forbs, and the no eaten ones, called rejected ones. Chemical composition and *in vitro* and *in situ* digestibility were studied as well as the grazing ovine behavior, which was closely observed. 58 different plant species were found, belonging mainly to the *Fabaceae*, *Mimosaceae*, *Caesalpinaseae*, *Gramineae* and *Asteraceae* families. The selected forbs and grass fodder showed: 14 and 7.8 % CP; 45.9 and 47.7 % NDF ( $p < 0.05$ ); 3.2 and 2.3 Mcal GE ( $p < 0.05$ );  $a=9.3^a$  and  $8.8^a$ ,  $b=74.3^a$  and  $74.6^a$   $c=61.1^a$  and  $60.4^b$  respectively. The feed intake frequency of the animals grazing in the coffee plantation was higher and produced no damage to the leaves, branches, stems nor beans. In conclusion, there is more feed diversity in coffee plantations than in pastures and animals are capable to select those fodders of better nutritional quality without producing any damage to the coffee plants.

**Key words:** Etology, forbs, coffee plantation, chemical composition, digestibility.

## INTRODUCCIÓN

En lo general las arvenses (planta que crece donde no se desea, erróneamente llamadas malezas) han sido manejadas con cuatro métodos para su destrucción o control, en primer lugar, el chapeo mecánico, los herbicidas y las quemadas, métodos que agreden frontalmente los recursos naturales y aumentan los costos económicos de producción, contradiciendo los principios de sostenibilidad (Navarro 1999; Flores 1987), por lo que se requiere modificar sustancialmente la actitud acerca de las mismas, enmarcándolas en una visión amplia, tanto en el marco temporal como espacial, en donde se maximicen los recursos del ecosistema (Calero *et al.* 2013). Una posibilidad que se ha abierto en la utilización de las arvenses que crecen en los cultivos, es su incorporación en la dieta de los animales, ya que además de ser un potencial promisorio en el campo alimentario, constituyen una posibilidad económica adicional para el productor del campo así como la posibilidad para diversificar la producción (Torres *et al.* 2001a). Por otra parte el deterioro de los recursos naturales ha renovado el interés por el uso de alternativas de producción sostenible, por lo que los sistemas silvopastoriles están presentando un importante desarrollo en los últimos años, debido a que encuentran aplicación en la mayor parte de los climas, aunque en los tropicales su aprovechamiento es mejor por la diversidad arbórea (Arroyo *et al.* 2002).

La práctica del pastoreo de ovinos en plantaciones de café, cítricos, guayaba y peras entre otros, ha sido con la finalidad de utilizar las plantas que se desarrollan bajo estos árboles en su alimentación, las cuales generalmente son consideradas como malezas (Borroto 1988, Negrin *et al.* 2007, Mazorra 2006, Sánchez y Ojeda 2004). El aprovechamiento de estos forrajes representa además de la disminución de costos de producción, la posibilidad de obtener ingresos extra por la venta de los borregos, optimizando los recursos sin dañar el ambiente y mejorando la calidad del suelo por la incorporación de la excreta, demostrado las ventajas productivas, económicas, sociales y ambientales de dichos sistemas de producción sostenible de alimentos; entre las que destacan la posibilidad de producir carne

ovina sin necesidad de nuevas tierras, disminuyendo la cantidad de energía en el control de malezas y minimizar la cantidad de fertilizantes químicos (Calero *et al.* 2013). El pastoreo puede realizarse bajo esquemas de pastoreo continuo, rotacional y de alta densidad.

La asociación de ovinos con el cultivo del café en Venezuela fue propuesta como una ayuda para el control de malezas en los cafetales, fuente de diversificación de las fincas y por lo tanto, del ingreso de los productores cafetaleros (Benezra 1987). Seleccionando a los ovinos debido a su tamaño pequeño que permite la adaptación a fincas chicas, disminuyendo el daño mecánico que se le pueda causar a las plantas por ramoneo o por el mismo tráfico de los animales; su docilidad, permite que cualquier miembro de la familia los pueda manejar; los ovinos consumen bien y crecen satisfactoriamente alimentándose de una gran diversidad de hierbas que aparecen espontáneamente dentro de las plantaciones de café (Benezra 1987).

Con base en las anteriores consideraciones se propuso como objetivos: Identificar taxonómicamente diferentes especies de arvenses presentes en el cultivo del café, analizar su composición química y evaluar el comportamiento etológico de ovinos en pastoreo de arvenses de cafetal comparado con animales en un potrero de gramíneas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en el municipio de Comapa, Veracruz, a los 19° 20' latitud norte y 96° 30' longitud este, a una altitud de 950 msnm. El clima de la región es cálido subhúmedo y lluvioso en verano con una temporada de sequía de tres meses, con influencia de nortes, Aw (m) de acuerdo con la clasificación de Köppen (García 1988). La temperatura media anual es de 23°C con una precipitación anual de 1300 mm. El rancho tiene una extensión de 23Ha, de las cuales 10 Ha están destinadas al cultivo del café, las restantes, son potreros cubiertos por pastos, con predominancia de las gramíneas *Cynodon plectoslachyus* y *Pennisetum clandestinum*, y presencia de algunos *Demodium* sp y otras arvenses en mínima propor-

ción; los potreros están destinados a la alimentación del hato ovino del rancho.

### Clasificación taxonómica de arvenses

La clasificación taxonómica se realizó en la época de lluvias y de secas, para lo cual se recorrió todo el cafetal antes de que los animales pastorearan, registrando surco por surco (60 surcos de un metro por 100m de largo). Posteriormente se observó a los animales para ver que especies consumían, a las que se les denominó arvenses seleccionadas y las que no, arvenses rechazadas por los ovinos. Así mismo, se colectaron dos muestras de cada una de las arvenses encontradas, de acuerdo con la técnica referida por Harrington y Durell (1957), y se llevaron al Herbario de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México para su clasificación, la cual se realizó de acuerdo con la técnica de caracteres florales y vegetativos de Cronquist (1981). La valoración de la frecuencia se hizo con base en la presencia de la especie por cada surco y la densidad tomando como referencia el área de una hectárea. Cabe anotar que también se observó la presencia de las especies arvenses en cuatro cafetales más de la zona en estudio, ubicados en diferentes puntos, en un radio de 15 km.

### Composición química

Las muestras de forraje, tanto de la pradera con predominancia de gramíneas como de las arvenses del cafetal, se colectaron a partir de cinco puntos diferentes de un cuarto de hectárea, en cada uno de los cuales, se hicieron cuatro lanzamientos de un cuadro de 25 × 25 cm. para el aforo. El muestreo se realizó al azar dirigido en forma de zigzag cada 15 m. Las determinaciones del análisis químico proximal se realizaron por duplicado al follaje de las arvenses identificadas, de acuerdo con los métodos establecidos por la AOAC (1990), energía bruta (EB) por medio de bomba calorimétrica, fracciones de fibra con el método de Van Soest *et al.* (1991) omitiendo la  $\alpha$ -amilasa y el sulfato de sodio y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) y materia orgánica, con la técnica descrita por Tilley y Terry (1963),

modificada por Minson y McLeod (1972). Se midieron alcaloides (Domínguez 1974), glucósidos cianogénicos (método 936.11 de A.O.A.C.), saponinas (método de Monroe *et al.* 1952) y ácido tánico (método 952.03 de A.O.A.C.).

La degradación ruminal *in situ* de la MS se realizó mediante la técnica de la bolsa de nylon (Orskov *et al.* 1980), para lo cual se emplearon cuatro ovinos machos pelibuey, adultos, fistulados, dotados con cánulas fijas (Bar Daimond), los cuales consumían una dieta a base de forraje. Se consideraron tiempos de incubación de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36, 48, 72 y 96 horas, utilizando bolsas con una porosidad promedio de 1200 a 1600 orificios por cm<sup>2</sup>, con un tamaño de 12 × 8 cm (Mertens 1977) y 5 g. de muestra. Después de ser retiradas las bolsas del rumen, se lavaron cinco veces, durante un minuto, por agitación mecánica hasta obtener un líquido de enjuague claro y transparente para posteriormente secarlas a 65°C durante 48 horas. Para el cálculo y la interpretación de resultados se utilizó un modelo exponencial del programa Neway, basado en el modelo de Orskov *et al.* (1980). Lo anterior se realizó en los laboratorios del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

### Comportamiento etológico

La observación de los hábitos en pastoreo se realizó en una plantación de café de tallo y copa completamente maduros, con una edad aproximada de 8 años. Se empleó la técnica descrita por Nelson y Furr's (1966) y se utilizaron ocho animales machos pelibuey, con un peso promedio de 16kg, cuatro por cada tratamiento (pastoreo en potrero y pastoreo en arvenses). La primera observación se realizó a las 4:00 horas, posteriormente cada cuatro horas y en cada hora, se efectuó a los minutos 0, 10, 20, 30, 40 y 50, para un total de 36 observaciones por día. Esta prueba se desarrolló por tres días consecutivos y se hizo en dos periodos, a los 15 y 35 días de pastoreo restringido con cerco eléctrico y suplementados con una mezcla de minerales comercial (Ca, P, Mg, K, sal común, Fe, Mn, Se y Zn).

## Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de análisis de varianza completamente al azar de tres tratamientos con 4 repeticiones cada uno. La diferencia entre medias se hizo con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) para los análisis químicos y desaparición *in situ*.

En la prueba etológica se utilizó un modelo de regresión logística para variables nominales implementado en el paquete estadístico SAS (2000).

## RESULTADOS

La composición botánica de la pradera bajo el cultivo de café donde se realizó el experimento de pastoreo con ovinos en la época de lluvias estuvo compuesta por 58 especies, en su mayoría de las familias *Fabaceae* (12.1 %), *Mimosaceae* (8.6 %), *Caesalpinaceae* (6.9 %), que pertenecen al orden *Leguminosae* y otras familias en un 6.9 % como las *Gramineae*, *Asteraceae*, *Euphorbiaceae* y *Fabaceae*, mientras que la *Rubiaceae*, *Melastomataceae* y *Chenopodiaceae* estuvieron presente en 5.1 %. El resto pertenecieron a las familias: *Amaranthaceae*, *Malvaceae*, *Solanaceae*, *Verbenaceae*, *Myrtaceae*, *Portulacaceae*, *Lytracaeae*, *Dioscoreaceae*, *Oxalidaceae*, *Myrsinaceae* y *Primulaceae*.

En la colecta realizada en la época de secas se encontró menor cantidad y variedad de arvenses, siendo las familias identificadas: *Mimosaceae*, *Acanthaceae*, *Asteraceae*, *Caesalpinaceae*, *Fabaceae*, *Apocynaceae*, *Buddlejaceae*, *Euphorbiaceae*, *Labiataeae*, *Laminaceae*, *Malvaceae*, *Solanaceae*, *Araceae*, *Bromeliaceae* y *Melastomataceae*.

Los resultados del análisis químico de los forrajes evaluados se presentan en la Tabla 1. El contenido de proteína, cenizas y energía de las arvenses tanto seleccionadas como rechazadas fue mayor que en el pasto ( $p < 0.05$ ), mientras que la fibra cruda fue menor en las arvenses seleccionadas ( $p < 0.05$ ) con relación a las otras dos. No se encontraron diferencias entre tratamientos para extracto etéreo ( $p > 0.05$ ).

Con relación a la fibra bruta no se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos como

se muestra en el Tabla 1. En lo referente a energía bruta, el pasto presentó un contenido menor (2.3 Mcal  $\text{kg}^{-1}$ ,  $p < 0.05$ ), mientras que las arvenses seleccionadas presentaron menores cantidades de fibra detergente ácido y lignina ( $p < 0.05$ ) como se observa en el Tabla 2.

En general la mejor calidad nutricional tanto de análisis químicos, menor cantidad de ácido tánico (Tabla 3) y digestibilidad (Tabla 1 y 4) se presentó en las plantas seleccionadas por los animales (consumidas).

## Comportamiento etológico:

Los ovinos en condiciones de pastoreo seleccionaron los follajes proteicos, provenientes particularmente del orden *Leguminosae*; sin embargo, se observó un alto consumo de otras familias como *Asteraceae*, *Amaranthaceae*, *Mimosaceae* y *Chenopodiaceae*. Las especies preferidas por los ovinos de pelo para el consumo fueron *Acacias* (*farneisiana*, *tricanta* y *pennatula*), sobre todo en estado joven, además de *Galisonga parviflora*, *Centrosema pubescens*, *Cenchrus echinatus*, *Bidens pilosa*, *Taraxacum officinale*, *Chenopodium* sp., *Sonchus* spp., *Poa* spp., y *Desmodium* spp.; por otra parte también consumieron *Leucaena leucocephala* y spp. y *Gliricidia sepium* que se encontraban presentes. Mientras que las rechazadas fueron: *Xanthium* sp., *Senecio* sp., *Cassia* sp., *Ricinus communis*, *Lantana camara*, *Solanum jamaicense*.

Los animales que estuvieron en el potrero con predominancia de gramíneas destinaron de las 24 horas del día, 9.5 para comer, 4.1 para caminar, 5.3 lo hicieron para rumiar, 3.4 en descansar, 1 hora para orinar y defecar y solamente 0.6 para beber; mientras que los que estuvieron en el cafetal los tiempos ocupados fueron de 9.5, 4.2, 5.4, 3.1, 1 y 0.6 horas en las actividades de comer, caminar, rumiar, descansar, orinar y defecar, y beber respectivamente. Después de realizarse el análisis estadístico de regresión logística para variables nominales la probabilidad fue de 0.83 para la diferencia entre los tratamientos (pastoreo en potrero de gramíneas y pastoreo en arvenses de cafetal); tampoco se encontraron diferencias ( $P = 1.0$ ), entre días o fase o para las interacciones entre tipo de pastoreo y fase.

**Tabla 1.** Composición química de los forrajes seleccionados por ovinos.

**Table 1.** Chemical composition of forages offered to sheep.

COMPUESTO (g/100g)	MATERIAL VEGETAL		
	ARVENSES SELECCIONADAS	ARVENSES RECHAZADAS	PASTO*
Humedad	85.70 ± 1.40 <sup>a</sup>	83.7 ± 1.10 <sup>a</sup>	75.5 ± 1.10 <sup>b</sup>
Proteína cruda	14.40 ± 0.07 <sup>a</sup>	14.1 ± 0.11 <sup>a</sup>	7.8 ± 0.42 <sup>b</sup>
Extracto etéreo	2.51 ± 0.70 <sup>a</sup>	2.48 ± 0.90 <sup>a</sup>	2.58 ± 0.70 <sup>a</sup>
Cenizas	11.70 ± 0.07 <sup>a</sup>	10.9 ± 0.07 <sup>a</sup>	8.8 ± 0.10 <sup>b</sup>
Fibra bruta	8.20 ± 0.07 <sup>b</sup>	11.4 ± 0.10 <sup>a</sup>	11.2 ± 0.10 <sup>a</sup>
DIVMS	58.63 ± 0.95 <sup>a</sup>	55.48 ± 0.66 <sup>b</sup>	48.98 ± 0.74 <sup>c</sup>
DIVMO	68.40 ± 0.99 <sup>a</sup>	57.74 ± 1.02 <sup>c</sup>	60.8 ± 0.83 <sup>b</sup>
Energía bruta (Mcal/kg)	3.2 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.2 ± 0.10 <sup>a</sup>	2.3 ± 0.10 <sup>b</sup>

DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca; DIVMO: Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica; ± desviación estándar; a,b,c Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0.05). \* *Cynodon plectoslachyus*, *Pennisetum clandestinum* y presencia de algunos *Demodium* sp.

**Tabla 2.** Fracciones de fibra de los forrajes seleccionados por ovinos.

**Table 2.** Fiber fractions of forage offered to sheep.

COMPUESTO (g/100g)	MATERIAL VEGETAL		
	ARVENSES SELECCIONADAS	ARVENSES RECHAZADAS	PASTO*
Fibra detergente ácido	21.1 ± 0.4 <sup>c</sup>	34.1 ± 0.5 <sup>a</sup>	26.6 ± 0.8 <sup>b</sup>
Fibra detergente neutro	45.9 ± 0.2 <sup>c</sup>	51.9 ± 0.3 <sup>a</sup>	47.70 ± 0.4 <sup>b</sup>
Hemicelulosa	24.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	17.8 ± 0.5 <sup>c</sup>	21.1 ± 0.1 <sup>b</sup>
Celulosa	15.4 ± 0.5 <sup>c</sup>	24.9 ± 0.3 <sup>a</sup>	17.5 ± 0.2 <sup>b</sup>
Lignina	5.9 ± 0.4 <sup>b</sup>	9.4 ± 0.4 <sup>a</sup>	9.1 ± 0.1 <sup>a</sup>

± desviación estándar; a,b,c Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0.05).

**Tabla 3.** Compuestos antinutricionales presentes en los forrajes seleccionados por ovinos.

**Table 3.** Antinutritional compounds in forage offered to sheep.

COMPUESTO (g/100g)	MATERIAL VEGETAL		
	ARVENSES SELECCIONADAS	ARVENSES RECHAZADAS	PASTO*
Ácido tánico	1.21 ± 0.4 <sup>b</sup>	2.76 ± 0.54 <sup>a</sup>	1.12 ± 0.3 <sup>b</sup>
Alcaloides	++	++	++
Saponinas	-	-	-
Glucósidos cianogénicos	-	-	-

± desviación estándar; a,b, Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0.05); +++ abundante; ++ moderado; + escaso o dudoso; - negativo.

## DISCUSIÓN

Los datos obtenidos en este estudio con relación a la identificación de especies encontradas en el cafetal, difieren de lo encontrado por Esquivel (1999) quien mencionó que la familia *Asteraceae* fue

la de mayor frecuencia entre las arvenses en cafetales del departamento del Tolima, en Colombia. De la misma manera, Torres *et al.* (2001b) notificaron también a la familia *Asteraceae* como la dominante en la cubierta vegetal del suelo de los cafetales de la zona de Tlaltetela, Veracruz; seguida por las familias *Gramínea*, *Labiatae* y *Cyperaceae*; mientras

**Tabla 4.** Digestibilidad *in situ* de la materia seca de los forrajes seleccionados porovinos.

**Table 4.** *in situ* digestibility of dry matter of forage offered to sheep.

COMPUESTO (g/100g)	MATERIAL VEGETAL		
	ARVENSES SELECCIONADAS	ARVENSES RECHAZADAS	PASTO
a Fracción soluble	9.3 ± 0.70 <sup>a</sup>	9.20 ± 0.90 <sup>a</sup>	8.8 ± 0.60 <sup>a</sup>
b Fracción potencialmente digestible	74.3 ± 0.90 <sup>a</sup>	73.2 ± 0.90 <sup>b</sup>	74.6 ± 0.70 <sup>a</sup>
Fracción indigestible (100-(a+b))	16.4 ± 0.50 <sup>b</sup>	17.6 ± 0.40 <sup>a</sup>	16.6 ± 0.30 <sup>b</sup>
Tasa de digestión	0.05 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup>	0.05 <sup>a</sup>
Digestibilidad efectiva en rumen	61.1 ± 1.85 <sup>a</sup>	57.3 ± 1.19 <sup>c</sup>	60.4 ± 1.11 <sup>b</sup>

± desviación estándar; a,b,c Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0.05).

que en este estudio las *Asteraceae* estuvieron presentes en 5.1 %, al igual que las *gramíneas*. Este tipo de cambios en la vegetación puede deberse a las características edafológicas y a las modificaciones de cada familia vegetal para adaptarse a factores como clima o manejo.

Por su parte, Gabaldón y Combellas (2000) mencionaron que la composición botánica del área bajo pastoreo con ovejas, estaba formada por diversas especies de porte bajo, principalmente *gramíneas* y *ciperáceas* (*Echinocloa colonum*, *Paspalum conjugatum*, *Cynodon nlemfluensis* y *Cyperus rotundus*), en menores cantidades leguminosas (*Dermatus virgatum* y *Centroema pubescens*) y algunas plantas de hoja ancha (*Euphorbia spp* y *Sida spp*).

Cabe notar que al observar la presencia de las especies arvenses en cuatro cafetales más de la zona en estudio, se encontraron similitudes en la composición botánica de la cobertura basal. Así mismo, la incidencia de especies no presentó diferencias especiales entre los cafetales ubicados en distintos puntos en un radio de 15 Km. El fenómeno anterior se puede explicar desde el punto de vista ecológico a través del proceso de sucesiones vegetales (Caballero y Cortés 2001, Toledo et al 1994); en los ambientes disturbados por el hombre, se forman claros de vegetación que son colonizados rápidamente por especies pioneras de rápido crecimiento, como es el caso de las arvenses, las cuales se diseminan con ayuda involuntaria del viento (anemocoria), el agua (hidrocoria), los insectos (entocoria), los animales (zoocoria) y el hombre (antropocoria).

Es importante destacar la importancia que

tienen las arvenses del cafetal ya sea como forraje, melíferas, en la medicina tradicional, o en la alimentación humana. Algunas de estas plantas además de los diferentes árboles, pueden proporcionar sombra, misma que es muy importante en el cultivo del café. Las que se identificaron en este estudio pertenecen al orden *Leguminosae* y fueron las especies *Inga sp.*, *Albizzia sp.*, *Erythrina sp.* y *Leucaena sp.*, cuyas plántulas o plantas en estado joven fueron consumidas por los ovinos en pastoreo. Por otra parte se observa una similitud en la familia de arvenses presentes en plantaciones cítricas (Calero et al, 2013).

En cuanto a la composición química de los forrajes disponibles en las praderas, se observó que las *gramíneas* presentaron prácticamente 50 % menos proteína cruda que las arvenses, lo cual es común en los forrajes tropicales, los cuales presentan niveles bajos de nitrógeno (Gallagher et al. 1999, Poppi y Norton 1995), mientras que las *Leguminosae*, se caracterizan por presentar niveles altos de proteína cruda (Preston 1995, Rosales 1999). Cabe mencionar que el cafetal recibió aporte de nitrógeno a través de la fertilización que se realiza como parte del manejo agronómico del cultivo. Al respecto Elías (1983) afirmó que la respuesta de la fertilización nitrogenada está relacionada con niveles más altos de proteína en las plantas, lo cual pudo haber sucedido en el caso de las arvenses del cafetal, que como se mencionó prácticamente duplicaron el contenido de este nutrimento en comparación con el material proveniente del potrero (que no recibió manejo agronómico).

La cantidad de proteína en las arvenses de este trabajo, fue superior a la mencionada por Gabaldón y Combellas (2000), quienes al analizar la composición de una pradera con predominancia de gramíneas, cubierta por arvenses encontraron valores entre 5.8 y 11.8 %. Resultados similares reportaron Ríos y Salazar (1995), al analizar *Tithonia diversifolia*, arvense utilizada en la alimentación de ovinos en la zona cafetera colombiana.

La menor cantidad de cenizas en el pasto, se pudo haber debido a un mayor suministro de abonos al cafetal respecto a la pradera (Ríos y Salazar 1995). Los resultados de la composición química de las arvenses seleccionadas muestran una buena calidad nutricional para los animales. El hecho que los animales seleccionaran esas plantas concuerda con el planteamiento de Savory y Butterfield (1998), quienes afirmaron que el rumiante en pastoreo utiliza el forraje con mayor valor nutrimental, el cual se encuentra cuando las plantas son jóvenes, es decir, poco antes de iniciar su floración, después de la cual, los niveles de proteína en follaje disminuyen al desplazarse a la formación del fruto y el contenido de fibra aumenta por el proceso de maduración de la planta, Rosales (1999) y Boissy y Dumont (2002) afirmaron que la dieta de los herbívoros está determinada, por la presencia de nutrimentos y toxinas en las plantas disponibles, por lo que la tendencia es consumir menores cantidades o en el mejor de los casos, evitar el consumo de material vegetal que contenga compuestos antinutricionales. Por otra parte, se conoce que existe una estrecha relación entre la fibra detergente ácido (FDA) y la fibra detergente neutro (FDN) con el estado de madurez; a medida que aumenta la edad de las plantas, los niveles de paredes celulares son mayores (Chacón y Vargas 2009); por los resultados obtenidos en este estudio, se puede asumir que las arvenses seleccionadas fueron plantas más tiernas, poco lignificadas, mientras que las arvenses rechazadas se encontraron en diferentes estados de madurez, con tallos duros, debido probablemente a que no fueron consumidas por los animales, y por lo tanto, su tiempo en el cafetal fue mayor. Además, Gabaldón y Combellas (2000) encontraron valores de FND entre 76.3 y 86.7 % en muestras de arvenses, constituidas principalmente

por gramíneas rechazadas en época de lluvias en Venezuela, muy superiores a los encontrados en este trabajo. Por su parte Norton y Poppi (1995) mencionaron porcentajes entre 25-49 y 36-62 para FAD y FND respectivamente en leguminosas tropicales.

Se puede observar que tanto en las arvenses rechazadas, como en el pasto, la digestibilidad de la materia orgánica fue muy similar a los resultados obtenidos de la digestibilidad efectiva en rumen (Tabla 4), es decir que la mayor parte de las plantas fueron degradadas por los microorganismos, en tanto, que en las seleccionadas, ese valor fue 89 %. La fracción potencialmente digestible (b) y la degradabilidad efectiva en rumen fue menor, mientras que la fracción indigestible fue mayor en las arvenses rechazadas ( $p < 0.05$ ), lo cual está relacionado con la composición química de las mismas. En general la fracción indigestible de la materia seca en el rumen de los diferentes tipos de material vegetal utilizados en el presente trabajo fue baja, lo cual pudo deberse a la cantidad de fibra detergente neutro que se encontró en las muestras y a las 96 horas de incubación a las cuales fueron sometidas. Al respecto, Mertens y Ely (1982) indican que el efecto del tiempo de fermentación predetermina el residuo indigestible sobre la tasa de digestión, usando la transformación logarítmica en regresión lineal, y que un tiempo de 48 horas puede subestimar la fracción potencialmente digestible. Por otra parte, se menciona que existe una competencia entre la tasa de pasaje y la tasa de digestión (Allen y Mertens 1998). Los resultados de este trabajo fueron significativamente menores que los mencionados por Sanginés (2001), quien encontró una fracción indigestible de 62.29 % para *Pennisetum clandestinum* y valores entre 61.29 y 64.09 % para *Buddleja skutchii*. La fracción indigestible está relacionada con el contenido de lignina de los forrajes, es así como la digestibilidad de un forraje disminuye, conforme el contenido de lignina aumenta (Mertens y Ely 1982). En este caso, los contenidos de lignina son mayores en las arvenses colectadas y en el pasto, con relación a las arvenses seleccionadas, por lo cual, la fracción indigestible también fue mayor en las arvenses colectadas; sin embargo, esta fracción en el pasto fue menor y similar a las arvenses seleccionadas.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) en cuanto a la digestibilidad verdadera de las arvenses seleccionadas ( $61.1 \pm 1.85$  a); que fue mayor que la de arvenses colectadas ( $60.4 \pm 1.11$  b), mientras que la digestibilidad de las arvenses totales colectadas se vió deprimida ( $57.3 \pm 1.19$  b). Estos resultados se encuentran en un rango entre 57 y 61 % y se consideran altos de acuerdo con Allen y Mertens (1988), quienes señalaron que con una tasa de digestión (Kd) de 0.04 y una tasa de pasaje (Kp) de 0.060, se obtiene una digestibilidad verdadera de 40 %. La alta digestibilidad verdadera de las arvenses seleccionadas puede atribuirse a que en su mayor parte la biomasa estaba constituida por leguminosas, las cuales presentan una rápida tasa de desaparición, debido quizá a su contenido de nitrógeno rápidamente degradado por la microbiota ruminal para su crecimiento y degradación de los sustratos (Orskov *et al.* 1980, Van Soest 1994).

La digestibilidad *in vitro* de las arvenses seleccionadas (58.63 y 68.40) fue 10 % superior al pasto tanto de la materia seca como de la materia orgánica respectivamente, lo que puede significar en una buena alternativa de alimento para los ovinos. Por otra parte, la composición nutritiva de los forrajes se encuentra dentro de los rangos mencionados por la literatura (Borges *et al.* 2012).

Se sabe que la estimación de la degradabilidad *in situ*, tiene como objetivo evaluar algunas características como la tasa y magnitud de la ingestión de alimentos, las cuales están relacionadas con la calidad nutritiva de los forrajes y puede dar un indicativo del aporte de nutrimentos de las diferentes fuentes alimenticias utilizadas en los rumiantes. Los forrajes que tienen paredes celulares que se degradan rápidamente pueden promover una mayor digestión ruminal y pasaje y esto permite al animal consumir más alimento. Sin embargo, se debe tener en consideración que la alta degradabilidad del forraje pudiera resultar en un proceso digestivo ineficiente. A medida que el nivel de fibra (FDN) se incrementa en valores superiores al 60 %, aumenta en forma proporcional el tiempo de retención del alimento en el rumen, donde la celulosa y hemicelulosa fermentan lentamente y esto ocasiona un menor espacio ruminal, que trae como consecuencia un menor con-

sumo voluntario de MS (Razz *et al.* 2004). Por lo tanto, de la extensión y digestión de los distintos componentes del alimento a nivel ruminal, dependerá la futura producción animal (leche, carne o lana), dicho en otras palabras, en la medida que mejoremos los procesos de digestión del alimento se mejorará sustancialmente la producción animal y con ella, la productividad del sistema ganadero. En una relación curvilínea, a medida que aumenta la digestibilidad del alimento, aumenta el consumo tanto de MS como de energía, hasta un cierto nivel de digestibilidad (65-68 %) en el cual se obtiene el máximo consumo de ambos parámetros (Delgado *et al.* 2011). A pesar de la baja concentración de proteína bruta en el pasto (7.8 %), la degradabilidad total y la tasa de degradación de esta fracción en el rumen fueron altas (60.4 %). Lo anterior coincide con los datos obtenidos por Delgado *et al.* (2011) y Souza *et al.* (2002).

En cuanto al comportamiento etológico del consumo de arvenses, los animales evitaron algunas de ellas, probablemente debido a la presencia de factores tóxicos como lo mencionan Scott y Provenza (1998) como fue el caso de *Xanthium sp.*, llamada vulgarmente Cadillo, perteneciente a la familia Asteraceae que, de acuerdo con Flores (1987) y González (1989) sus hojas y semillas contienen un glucósido llamado carboxil-atractolisida; además de *Senecio sp.*, cuya toxicidad se atribuye a varios alcaloides, siendo uno de los más importante la longilobina, perteneciente al grupo de las pirrolizidina (Flores 1987). De igual forma ni el ejotillo (*Cassia sp.*), ni Ricino (*Ricinus communis*) fueron consumidos. Este último contiene una fitotoxina (ricina) que lo hace poco apetecible por los animales González (1989). *Lantana camara* (Verbenacea), conocida como Confitillo fue otra de las especies rechazadas por los animales que, de acuerdo con Jurado (1989) y González (1989) contiene un triterpenoide policíclico llamado lantadene que provoca diferentes efectos tóxicos. Por otra parte, el rechazo de *Solanum jamaicense*, llamado comúnmente uña de gato, se debió a que contiene espinas, llamadas tomento espinoso en la superficie de las hojas y una densa pubescencia en toda la planta, inclusive en los frutos, y por la presencia

de un glucoalcaloide con propiedades saponificantes, denominado solanina (González 1989).

Las particularidades físicas y químicas, de toxicidad de las plantas pueden considerarse mecanismos de defensa del reino vegetal, para evitar el consumo de ellas por los animales, de acuerdo con los planteamientos de Arnold y Dudzinski (1978) y Scott y Provenza (1998).

El comportamiento animal observado corrobora el planteamiento de Arnold (1981) en cuya disertación menciona que si se vigila a los animales que viven bajo condiciones regularmente uniformes y típicas de la domesticación, estos hacen frecuentemente las mismas actividades día a día a tiempos regulares, lo que es causado por la formación de hábitos, así como por modificaciones regulares en las condiciones ambientales, a medida que se cambia de noche a día, lo cual puede deberse a los ritmos fisiológicos internos que son parcialmente independientes de los eventos externos; siendo más activos los animales a medio día o a media noche, apreciaciones que no se evidenciaron en este trabajo; por el contrario, los resultados indicaron que los animales fueron más pasivos en estas horas; ya que descansaron al medio día, para lo cual prefirieron las áreas con sombra, mientras que a la media noche estuvieron durmiendo.

En cuanto al tiempo utilizado en el pastoreo o consumo de forrajes tanto en potrero de gramíneas como en cafetal fue de 9.5 horas, estos datos concuerdan con los obtenidos por Scott y Provenza (1998), quienes no encontraron diferencias en el tiempo de pastoreo de ovinos en diferentes potreros con distinta ubicación y parcelados de acuerdo con la variedad o monotonía de material vegetal disponible.

El tiempo que ocuparon los animales para caminar fue de 4.1 h en potrero y 4.2 h en el cafetal e intermitentemente se echaron para descansar y rumiar, estos resultados coinciden con lo mencionado por Arnold (1981), quien señaló que este patrón de comportamiento se repite varias veces al día, apreciaciones que también se evidenciaron en los resultados obtenidos en esta investigación.

Se observó una tendencia a consumir agua de una a cuatro veces al día; sin embargo, esto va a

depender de acuerdo con Petrina (2002) de la temperatura, ingestión y tipo de alimento. En cuanto a la rumia, los animales utilizaron 5.3 h para los que estaban en el potrero y 5.4 para los del cafetal; estos resultados concuerdan con lo mencionado por Arnold (1981), quien observó que los ovinos dedicaban de cuatro a diez horas a esta actividad en un periodo de 24 horas y que pueden ser repartidas en quince a veinte periodos durante las 24 horas, así mismo en este período puede ocurrir un considerable descanso.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) en cuanto a actividades dependiendo de la época. Sin embargo, al final del periodo cuando bajó la temperatura y hubo presencia de lluvia, los animales se mantuvieron menos activos y disminuyó el consumo de alimento, lo cual está de acuerdo con Arnold y Dudzinski (1978) y Petrina (2002) quienes mencionaron que los animales cambian su comportamiento de estación a estación, lo cual es una respuesta directa a cambios en las condiciones ambientales, mencionando que es más probable que los animales en pastoreo se tornen más activos durante el tiempo caluroso que durante el tiempo frío. Los datos encontrados en este estudio no fueron estadísticamente significativos debido al corto periodo de tiempo en que se presentaron dichas condiciones meteorológicas.

El pastoreo en la presente investigación se realizó bajo una plantación de café de tallo y copa completamente maduros, con una edad aproximada de ocho años. Los ovinos fueron de talla chica y tuvieron un peso menor a 30 kg, así mismo, el nivel de asignación de forraje y el suministro de minerales fue suficiente, por lo que se constató que los árboles no sufrieron daño alguno por los animales ni en sus hojas, ni en ramas, tallos y mucho menos en frutos. Por su parte Benezra (1989) observó que los daños físicos y por defoliación que ocasiona la oveja cuando pastorea dentro del cafetal son despreciable y que la producción de frutos no se altera, a diferencia de lo encontrado por Torres *et al.* (2001a) quienes observaron daños en el cafeto, por lo que se puede mencionar que cuando el forraje disponible no es suficiente para cubrir las necesidades de nutri-

mentos de los animales o existe alguna deficiencia de minerales, se puede dar ese fenómeno; sin embargo, cuando las condiciones de la pradera son buenas y tienen un balance de elementos inorgánicos adecuado, el ataque a los árboles suele ser de menor a mínimo.

## CONCLUSIONES

Se concluye que existe mayor diversidad de especies forrajeras en el cafetal que en el potrero; así mismo, los animales son capaces de seleccionar aquellas especies de mejor calidad nutricional sin provocar daños en los cafetos. La zona de trabajo se caracteriza por el desarrollo de la actividad cafetera, por lo que el control biológico de las arvenses, por

medio del pastoreo de ovinos, puede favorecer la calidad de la dieta, mejorando los parámetros productivos, diversificando y haciendo más eficiente y rentable la unidad productiva.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al M.V.Z. Antonio Acevedo Jácome, por todo su apoyo para la realización de este trabajo en Comapa, Ver., así como al personal del Herbario Nacional de México (MEXU) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México por su apoyo en la clasificación de las diferentes especies.

## LITERATURA CITADA

- AOAC (1990) Official methods of analysis. Association of official analytical Chemist. Washington. 684 pp.
- Allen M y Mertens D (1988) Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. *Journal of Nutrition* 1988 (118): 261-270.
- Arnold GW (1981) Grazing behavior. *World Animal Science*. 79-104.
- Arnold GW, Dudzinski ML (1978) Ethology of free-ranging domestic animals. Elsevier science. 1-50.
- Arroyo G A, Krishnamurthy, L, Leos JA (2002) Diseño de tecnología silvopastoril asociando ovinos de pelo a plantaciones cítricas en Veracruz. *Tecnologías Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible*. In: Krishnamurthy L y Uribe GM (Ed) *Tecnologías Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible* (ISBN 968-7913-22-3). PNUMA-SEMARNAT, México. pp: 281-296.
- Benezra SMA (1989) Evaluación de un modelo mixto de producción cafeto-ovino. Tesis de doctorado, Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Comisión de Estudios de Posgrado, 49 p.
- Boissy A, Dumont B (2002) Interactions between social and feeding motivations on the grazing behavior of herbivores: Sheep more easily split in to subgroups with familiar peers. *Applied Animal Behavior Science*. 79 (3): 233-245.
- Borges JA, Barrios M, Escalona O (2012) Effect of organic and inorganic fertilization on star grass (*Cynodon dactylon*) agro-production and chemical composition. *Zootecnia Tropical* 30(1): 17-25.
- Borroto A. (1988) Potencial forrajero de los subproductos cítricos para la producción de carne. Tesis de C. Dr. en Ciencias. ISACA ICA, Cuba. 195 p.
- Caballero J, Cortes L (2001) Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *Estudios sobre las relaciones entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. pp: 81-100.
- Chacón HPA, Vargas RCF (2009). Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres edades de rebrote. *Agronomía Mesoamericana* 20(2): 399-408.
- Cronquist A (1981) An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. 1262 p.

- Delgado DC, Neto RF, Gomide CA (2011). Efecto del nivel de proteína no degradable en rumen en la degradación ruminal *in situ* del heno de bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) cv. Coastcross en búfalos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2): 135-139.
- Dominguez X (1974) Métodos de investigación fitoquímica. Limusa. México. 211-226 p.
- Elias A (1983) Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en Cuba. Editorial Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 187-246 p.
- Esquivel E (1999) Estudio de las especies arvenses de la familia Asteraceae en el departamento del Tolima, Colombia. Universidad del Tolima. Comité Central de Investigaciones. Ibagué, Tolima. 10 p.
- Flores MJ (1987) Manual de Alimentación Animal. Ediciones Ciencia y Técnica S.A. Naucalpan, México. 571-761 p.
- Gabaldon L, Combellas J (2000) Ovejas pastoreando malezas. *Zootecnia Tropical*. 18 (3): 277-285.
- Gallagher R, Fernandez E, Mc Callie E (1999) Weed management through short-term improved fallows in tropical agroecosystems. *Agroforestry Systems*. 47: 197-221.
- García E (1988) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. 246 p.
- González A (1989) Plantas tóxicas para el ganado. Editorial Limusa. México. 273p.
- Harrington D, Durrell W (1957) How to identify plants. The swallow press. Chicago, USA. 230 p.
- Jurado R (1989) Toxicología Veterinaria. Salvat. Barcelona, España. 618 p.
- Mazorra C., Marrero S P., Pérez L S, Méndez P R., Fontes M D, Donis G L, Lavigne C. (2013). Composición florística y uso forrajero de arvenses que crecen en áreas cítricas de Ciego de Ávila, Cuba. *Universidad Ciencia*, 2(1).
- Mazorra C. (2006) Manejo de la selección del alimento para reducir el ramoneo de ovinos integrados a plantaciones de cítricos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana. Cuba. 121 p.
- Mertens D (1977) Dietary fiber components: Relationship to the rate and extent of ruminal digestion. *Feed production* 36: 187-192.
- Mertens D, Ely L (1982) Relationship of rate and extent to forage utilization, a dynamic model evaluation. *Journal of Animal Science* 54: 895-905.
- Minson D, McLeod M (1972) The *in vitro* technique: Its modification for estimating digestibility of large numbers of tropical pasture sample. Division of Tropical Crops and Pastures Technical Paper 8. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia. 15 p.
- Monroe E, Wall E, Rolland L (1952) Detection and estimation of steroidal saponins in plant tissue. *Anal Chemistry* 8 (24): 1337-1341.
- Navarro J (1999) Nutrición Animal. *Revista del Campo*. 65: 2-14.
- Nelson BA, Furrs RD (1966) Interval of observations of grazing habits of range beef cows. *Journal Range Management*. 19: 26.
- Negrín BA, Pérez R, Mazorra C, Gutiérrez I (2007) Control de especies arvenses en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava*) mediante el uso de coberturas vivas de leguminosas. *Avances en Investigación Agropecuaria* 11(2): 57-69.

- Norton B, Poppi D(1995) Composition and nutritional attributes of pasture legumes. Tropical legumes in animal nutrition. CAB International. Wallingford. pp: 23-48.
- Poppi D, Norton B(1995) Intake of tropical legumes. Tropical legumes in animal nutrition. CAB International. Wallingford. pp: 73-189.
- Petryna A (2002) Etología. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad de Río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina. <http://www.produccionbovina.com/informaciontecnica/etologia/07etologia.htm>.
- Preston R(1995) Tropical Animal Feeding. A manual for research workers. FAO Animal production and health paper 126. Roma, Italy. 305 p.
- Orskov E, Hobell F, Mould F(1980) The use of the nylon bag technique for the evaluation of feed-stuffs. Tropical Animal Production 5: 195-213.
- Razz R, Clavero T, Vergara J. (2004). Cinética de degradación *in situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. Revista Científica Facultad Ciencias Veterinarias 14(5): 424-430.
- Rios C, Salazar A (1995) Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) una fuente proteica alternativa para el trópico. Livestock Research for Rural Development 6 (3): 6.
- Rosales M (1999) Mezclas de forrajes. Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. FAO, Roma, Italia. pp: 201-230.
- Sánchez V. y Ojeda F. (2004) Comportamiento etológico de ovinos en un sistema agropastoril aplicado a un cultivo de peras. Pastos y Forrajes 27 (3): 259- 265.
- Sanginés GL (2001) Potencial nutricional del follaje de *Buddleja Skutchii* (hojas y peciolo) en la alimentación de ovinos y análisis de las variables ruminales. Tesis. Universidad de Colima. México, 99 p.
- SAS. 2000. SAS/STAT® User's Guide (Release 9) SAS Inst. Inc.
- Savory A, Butterfield J(1998) Holistic management. Island Press. pp: 345 - 430.
- Sousa MD, Ezequiel JMB, Rossi JP, Malheiros EB (2002). Efeitos de fontes nitrogenadas com distintas degradabilidades sobre o aproveitamento da fibra, do nitrogênio e do amido em rações para bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia pp: 2139-2148.
- Scott L, Provenza F(1998) Variety of foods and flavors affects selection of foraging location by sheep. Applied Animal Behaviour Science 61: 113-122.
- Tilley J, Terry R (1963) A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society 18: 104-111.
- Toledo V, Ortiz B, Medellín S(1994) Biodiversity islands in a sea of pasturelands: indigenous resource management in the humid tropics of México. Ethnobiology 2(3): 37-49.
- Torres A, Miron A, Zaragoza J (2001a) Conducta nutricional de ovejas en un cafetal. Café Cacao Cuba. 3(1):37-40.
- Torres A, Miron A, Marcof C, Zaragoza J (2001b) Efecto del pastoreo de ovinos en la compactación del suelo en una finca cafetalera de Veracruz. Café Cacao Cuba 3(2): 25-27.
- Van Soest PJ (1994) Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. USA 374 p.
- Van Soest P, Robertson J, Lewis B(1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal. Journal of Dairy Science 74: 3583-3596.